

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



EPO - DG 1

20. 07. 2004

(52)

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

REC'D 04 OCT 2004	
WIPO	PCT

Aktenzeichen: 103 29 459.7

Anmeldetag: 01. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Marconi Communications GmbH,
71522 Backnang/DE

Bezeichnung: Sender für ein optisches Nachrichtensignal

IPC: H 04 B, H 04 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

Stanschus

Sender für ein optisches Nachrichtensignal

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Sender für
10 ein optisches RZ-DPSK-Nachrichtensignal. Derartige
Sender werden für die Übertragung von Nachrichten-
signalen mit hoher Datenrate auf optischen Fasern
eingesetzt. Optische Sender zur Erzeugung von pha-
15 sengetasteten Signalen umfassen im Allgemeinen ei-
nen Laser zum Erzeugen eines schmalbandigen opti-
schen Trägers und einen Modulator, der den opti-
schen Träger vom Laser empfängt und diesem anhand
eines zugeführten Nachrichtensignals Phasensprünge
20 aufprägt, die die in dem Nachrichtensignal enthal-
tene Information codieren. Die Intensität des Trä-
gers nach Durchgang durch den Phasenmodulator wird
durch die Modulation nicht verändert. Eine Verbes-
serung der Übertragungsqualität, d.h. eine Verbes-
25 serung der Fehlerrate und/oder eine vergrößerte
Reichweite der Übertragung bei gleichbleibender
Signalleistung kann erreicht werden, indem einem
solchen Signal eine RZ-Hüllkurve aufgeprägt wird,
so dass die Symbole des Sendesignals jeweils durch
ein Zeitintervall voneinander getrennt sind, in
30 welchem die Intensität des Sendesignals zu Null
wird.

Bekannte Optische Sender für ein RZ-Signal mit Phasentastung haben im Allgemeinen die in Fig. 1A schematisch gezeigte Struktur. Ein Laser 1 dient als Quelle für eine Trägerwelle von konstanter Leistung, die durch einen Phasenmodulator 2 geführt wird, wo ihr Phasensprünge aufgeprägt werden, die jeweils Informationsbits eines dem Phasenmodulator zugeführten, im Allgemeinen elektrischen binären Nachrichtensignals DATA entsprechen. Der Phasenmodulator 2 enthält einen Lichtleiterabschnitt aus einem doppelbrechendem Material wie etwa Lithiumniobat, dessen Brechungsindex unter dem Einfluss einer mit dem elektrischen Nachrichtensignal DATA beaufschlagten Elektrode variiert und der folglich je nach Pegel des angelegten Nachrichtensignals zwei verschiedene Werte der optischen Weglänge annehmen kann. Das Ausgangssignal M des Phasenmodulators hat eine konstante Leistung und setzt sich zusammen aus einer Serie von Abschnitten, die gegenüber der vom Laser 1 gelieferten Trägerwelle zwei verschiedene Werte der Phasenverschiebung annehmen können, in dem Diagramm des Signals M von Fig. 1A dargestellt als schraffierte bzw. nichtschraffierte Abschnitte. Die unterschiedlichen Phasenverschiebungen entsprechen jeweils einander diametral gegenüberliegenden Punkten in einem in Fig. 1A dargestellten Konstellationsdiagramm. Der Übergang zwischen zwei Abschnitten unterschiedlicher Phase erfolgt nicht instantan, sondern er erfordert eine kurze Zeitspanne, in der sich die Phasenlage des Ausgangssignals M des Modulators 2 kontinuierlich ändert. D.h. diesen Zeiten bewegt sich der Zustand des modulierten Signals M im Konstellationsdiagramm auf einem Ein-

heitskreis, auf dem auch die zwei jeweils einem Symbol entsprechenden Phasenzustände liegen.

Um die Übergangszeiten unbestimmter Phase im Signal M zu unterdrücken, ist dem Phasenmodulator 2 ein Intensitätsmodulator 3 nachgeschaltet, der mit einem Taktsignal CLK beschaltet ist, dessen Frequenz der Bitfrequenz des Nachrichtensignals DATA entspricht. Der Intensitätsmodulator 3 liefert ein Sendesignal T zur Ausgabe auf einen Wellenleiter in Form einer Folge von Impulsen, die jeweils durch Zeitintervalle mit Null-Intensität getrennt sind und zwei jeweils um 180° gegeneinander verschobene Phasenzustände aufweisen können.

Bei einer anderen bekannten Ausgestaltung eines optischen Senders für ein RZ-DPSK-Nachrichtensignal ist der Phasenmodulator 2 durch ein Interferometer 4 ersetzt, von dessen zwei Armen wenigstens einer eine durch das Nachrichtensignal S veränderbare optische Weglänge aufweist. Das Ausgangssignal des Interferometers, das durch Überlagern der auf den zwei Armen des Interferometers übertragenen Teilsignale erhalten wird, kann zwar je nach Ausmaß der Weglängendifferenz zwischen den zwei Armen verschiedene Amplituden annehmen, es hat aber jederzeit, auch in Übergangsphasen zwischen zwei Symbolen, nur zwei mögliche Phasenwerte. Das Ausgangssignal des Interferometers 4 hat daher keine konstante Hüllkurve, sondern bei jedem Wechsel der Phasenlage durchläuft die Leistung des modulierten Signals M ein Minimum. Um aus diesem Signal ein RZ-Signal zu formen, ist es gebräuchlich, das Ausgangssignal des Interferometers 4 in gleicher Weise

wie das des Phasenmodulators 2 in Fig. 1A durch einen Intensitätsmodulator 3 zu führen, der mit dem Takt CLK des Nachrichtensignals DATA beschaltet ist.

5

Bei beiden bekannten Bauformen eines RZ-DPSK-Senders werden somit zwei optische Modulatoren benötigt, die kostspielig sind und viel Platz auf einer Leiterplatte benötigen.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, einen Sender für ein optisches RZ-DPSK-Nachrichtensignal anzugeben, der preiswert realisierbar ist und wenig Platz auf einer Leiterplatte erfordert.

15

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Sender mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der elektrooptische Intensitätsmodulator gemäß der vorliegenden Erfindung muss wenigstens ein Element mit durch das Treibersignal veränderbarer optischer Weglänge umfassen, um nicht nur eine Veränderung der Intensität bei gleichbleibender Phasenlage des mit dem Nachrichtensignal modulierten optischen Trägers, sondern auch einen Nulldurchgang der Intensität mit Umkehr

20

25

der Phasenlage realisieren zu können. Ein solcher elektrooptischer Modulator kann in an sich bekannter Art und Weise durch ein Interferometer realisiert sein, bei dem wenigstens ein Arm eine durch das Treibersignal steuerbare optische Weglänge hat, denkbar ist aber auch z.B. die Verwendung eines durch das Treibersignal angesteuerten Faraday-Rotators in Verbindung mit einem nachgeschalteten Linear-Polarisator.

30

Um die Wiedergewinnung des Nachrichtensignals aus dem vom Sender gelieferten optischen Signal auf Seiten eines Empfängers zu vereinfachen, ist die Treiberschaltung des Senders zweckmäßigerweise mit
5 einer Differenzschaltung ausgestattet, die ein für die Differenz zwischen aufeinander folgenden Bits des elektrischen Nachrichtensignals repräsentatives Signal, im Folgenden als vorcodiertes Signal bezeichnet, liefert, von dem das an den Intensitäts-
10 modulator angelegte Treibersignal abgeleitet ist.

Diese Differenzschaltung kann in einfacher Weise durch ein XOR-Gatter und ein Flipflop gebildet sein.

15 Die Signalaufbereitungsschaltung kann einfach und zweckmäßig mit vier Paaren von Schaltern mit jeweils einem ersten und einem zweiten Hauptanschluss und einem Steueranschluss realisiert sein, bei dem
20 bei jedem Paar die ersten Hauptanschlüsse der Schalter miteinander verbunden sind und die Steueranschlüsse der Schalter mit jeweils zueinander inversen Eingangssignalen geschaltet sind, wobei bei einem ersten und einem zweiten der Paare die zwei-
25 ten Hauptanschlüsse mit zwei Ausgängen der Treiberschaltung verbunden sind und bei einem dritten und einem vierten Paar jeweils einer der zweiten Hauptanschlüsse mit einem der zwei Ausgänge und der andere zweite Hauptanschluss mit den ersten Hauptan-
30 schlüssen des ersten bzw. zweiten Pairs verbunden ist. Bei einer solchen Schalteranordnung kann das Eingangssignal des ersten und des zweiten Schalterpaars ein Taktsignal und das Eingangssignal des dritten und des vierten Schalterpaars das vorco-

dierte Signal sein; umgekehrt kann aber auch das Eingangssignal des ersten und des zweiten Schalterpaars das vorcodierte Signal und das Eingangssignal des dritten und vierten Schalterpaars ein Taktsignal sein.

Um eine optimale Reichweite des von dem Sender erzeugten Nachrichtensignals bzw. ein optimales Signal-Rauschverhältnis an einem Empfänger dieses Nachrichtensignals zu erzielen, ist es wünschenswert, über Mittel zum Variieren des Tastverhältnisses des Nachrichtensignals zu verfügen, die es ermöglichen, das Tastverhältnis jeweils für eine gegebene Anwendungssituation zu optimieren. Solche Mittel können insbesondere aus einer in eine Taktleitung der Treiberschaltung eingefügten monostabilen Kippstufe bestehen, deren Verweildauer im instabilen Zustand einstellbar ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1A und 1B bereits behandelt, Blockschaltbilder von herkömmlichen RZ-DPSK-Sendern und deren Konstellationsdiagramme;

Fig. 2 ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Senders;

Fig. 3 schematisch die Struktur des Interferometers aus Fig. 2;

- Fig. 4 ein exemplarisches Schaltbild der Treiberschaltung aus Fig. 2;
- 5 Fig. 5 ein alternatives Schaltbild der Treiberschaltung aus Fig. 2; und
- Fig. 6 ein Blockdiagramm eines zum Sender aus Fig. 2 komplementären Empfängers.
- 10

Der in Fig. 2 gezeigte erfindungsgemäße optische Sender umfasst eine Treiberschaltung 6, die aus einem eintreffenden elektrischen Nachrichtensignal DATA mit zwei Pegeln zunächst ein vorcodiertes Signal D erzeugt, dessen Bits jeweils der Differenz aus zwei aufeinanderfolgenden Bits des Nachrichtensignals S entsprechen. Durch Einschieben von Zeitintervallen mit Null-Pegel zwischen die Bits des vorcodierten Signals D wird ein RZ-vorcodiertes Signal erhalten, das die Treiberschaltung 6 als Treibersignal T an einen Modulationseingang eines Interferometers 4 ausgibt. An einen optischen Eingang des Interferometers 4 ist ein Laser 1 angeschlossen, der als Quelle für eine monochromatische optische Trägerwelle gleichbleibender Leistung dient, der das Treibersignal T aufmoduliert werden soll.

- 30 Fig. 3 zeigt schematisch die Struktur des Interferometers 4 vom Mach-Zehnder-Typ. Zwei parallele Lichtleiterzweige 7, 8 verbinden den optischen Eingang 9 mit einem optischen Ausgang 10. Jeder der Zweige 7, 8 enthält eine Pockels-Zelle 11, 12 in

Form eines optischen Leiterabschnitts aus einem Material wie etwa Lithiumniobat, dessen Brechungsindex für die Polarisierung der am optischen Eingang 9 eingespeisten Trägerwelle unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes veränderbar ist, das durch eine an Elektroden 13 anliegende Spannung erzeugt ist. Von den zwei Elektroden 13 jeder Pockelszelle liegt eine auf Masse und die andere ist mit einer Gleichspannung BIAS beschaltet, die so gewählt ist, dass die optischen Weglängen der zwei Zweige 7, 8 sich um $\lambda/2$ unterscheiden, wobei λ die Wellenlänge des vom Laser 1 gelieferten Trägers ist, und sie ist gleichspannungsentkoppelt mit jeweils einem von zwei Leitern 14a, 14b verbunden, die einen symmetrischen Eingang für das Treibersignal T bilden. Die Amplitude der Impulse des Treibersignals T ist so gewählt, dass sie jeweils eine Veränderung der optischen Weglänge der mit ihnen beschalteten Pockelszelle 11, 12 von $\lambda/2$ bewirken. Wenn das Treibersignal T auf Nullpegel ist, interferieren die auf den verschiedenen Zweigen 7, 8 übertragenen Anteile des Trägers destruktiv am Ausgang 10, so dass keine optische Leistung gesendet wird. Wenn ein Impuls des Treibersignals T anliegt, interferieren die zwei Anteile konstruktiv, wobei ein am Ausgang 10 ausgegebenes Sendesignal X jeweils entgegengesetzte Phasen annimmt, je nachdem, auf welchem der zwei Leiter 14a, 14b der Impuls anliegt.

Ein Beispiel für einen Aufbau der Treiberschaltung 6 ist in Fig. 4 gezeigt. Das zunächst als asymmetrisch angenommene Nachrichtensignal DATA liegt an einem Eingang eines XOR-Gatters 17 an. Symmetrische Ausgänge des XOR-Gatters 17 sind an symmetrische

Dateneingänge D , \bar{D} eines D-Flipflops 18 angeschlossen. Takteingänge C , \bar{C} sind an ein symmetrisches Taktsignal CLK angeschlossen. Das D-Flipflop 18 hat symmetrische Datenausgänge Q , \bar{Q} , von denen
5 der invertierende Ausgang auf den zweiten Eingang des XOR-Gatters 17 rückgeführt ist. So bildet das XOR-Gatter 17 jeweils die (vorzeichenlose) Differenz zwischen einem aktuellen Bit des Nachrichtensignals DATA und dem im D-Flipflop 18 gespeicherten
10 und an dessen Ausgang Q ausgegebenen Bit. Der während einer Bitperiode am Ausgang Q ausgegebene Bitwert ist somit immer dann null, wenn in der vorhergehenden Bitperiode das Bit am Ausgang Q und das Bit des Nachrichtensignals DATA verschieden waren,
15 und eins, wenn sie gleich waren.

Daten- und Taktausgänge Q , \bar{Q} , C , \bar{C} des D-Flipflops 18 sind mit einem Netzwerk aus vier Paaren von Transistoren T1 bis T8 verbunden. Die Emitter jedes
20 Paares sind miteinander direkt verbunden. Die Basen der Transistoren T1, T2 des ersten Paares sind an die Ausgänge, \bar{Q} bzw. Q des D-Flipflops 18 angeschlossen, genauso wie die der Transistoren T3, T4 des zweiten Paares. Entsprechend sind die Basen der
25 Transistoren T5, T7 und T8, T6 des dritten bzw. vierten Paares mit dem Taktsignal C bzw. dem invertierten Taktsignal \bar{C} verbunden. Die Kollektoren der Transistoren T5, T6 sind mit einem ersten der Leiter 14, die den Ausgang der Treiberschaltung
30 bilden, und über einen Widerstand R1 mit Masse verbunden, entsprechend sind die Kollektoren der Transistoren T8, T7 mit dem zweiten Leiter 14 und über einen Widerstand R2 mit Masse verbunden. Die Emitter des vierten Paares T6, T8 sind an den Kollektor

von T2, die des dritten Paares T5, T7 an den Kollektor von T3 angeschlossen. Die Emitter des ersten und des zweiten Paares sind über im Sendebetrieb (of-) fene Transistoren T9, T10 und Widerstände R9 bzw. R10 mit einer Versorgungsspannung verbunden.

Das Schalternetzwerk kann vier verschiedene Eingangszustände haben, nämlich $Q=C=0$; $Q=0, C=1$; $Q=1, C=0$ und $Q=C=1$. Im ersten dieser Zustände sind die Transistoren T1, T9, T5, T3, T10 offen, und beide Leiter 14a, 14b sind über diese Transistoren und die Widerstände R9, R10 mit der Versorgungsspannung verbunden, so dass sie auf gleichem Pegel liegen, was einem symmetrischen Ausgangssignal von Null entspricht. Im Zustand $Q=0, C=1$ sind die Transistoren T1, T9, T7, T3, T10 offen, so dass der Leiter 14a auf der Versorgungsspannung liegt. Gleichzeitig sperren die Transistoren T6, T5, T4, so dass der Leiter 14b über R2 auf Masse liegt. Im Zustand $Q=1, C=0$ sind beide Leiter 14a, 14b über die Transistoren T8, T2, T9 bzw. T4, T10 mit der Versorgungsspannung verbunden, so dass wiederum das Ausgangssignal Null ist. Im Zustand $Q=C=1$ sind die Transistoren T6, T2, T9 bzw. T4, T10 offen, so dass der Leiter 14b auf der Versorgungsspannung liegt, während T8, T1 und T3 sperren, so dass der Leiter 14a auf Masse liegt. Wie man sieht, liefert also das Netzwerk der Transistoren T1 bis T10 immer dann Nullpegel, wenn das Taktsignal $C=0$ ist; und wenn das Taktsignal $C=1$ ist, erscheint ein Impuls entweder auf dem Leiter 14a oder 14b, je nach Wert des Datensignals Q. So wird das Treibersignal T erhalten. Das mit diesem Treibersignal angesteuerte Interferometer 4 liefert so das in Fig. 2 schematisch

dargestellte Sendesignal X in Form eines Impulszuges mit durch Zeitintervalle mit einer Signalintensität von Null getrennten Impulsen, in denen die Phase des Trägers zwei verschiedene Werte, in der
5 Figur dargestellt durch Schraffur bzw. Nichtschraffur der Impulse, annehmen kann.

Einer Weiterentwicklung zufolge kann in die Taktsignalleitungen Q, \bar{Q} vor oder, wie in der Fig.
10 durch ein gestricheltes Rechteck angedeutet, hinter dem Flipflop 18 eine monostabile Kippstufe 19 eingefügt sein, deren Verweildauer im instabilen Zustand einstellbar und kürzer als die Periode des Taktsignals ist. Durch eine solche Kippstufe, die
15 symmetrisch auf die Signale Q, \bar{Q} wirkt, kann das Tastverhältnis des Sendesignals, d. h. der Anteil der Impulse des Sendesignals an der Periodendauer, geregelt werden.

20 Um Spannungspegel des Treibersignals T zu gewährleisten, die an den Pockelszellen 11, 12 die benötigte Verzögerung von $\lambda/2$ liefern, kann, wie in Fig. 2 gezeigt, ein Verstärker 15 zwischen der Treiberschaltung 6 und dem Interferometer 4 eingefügt
25 sein.

Fig. 5 zeigt ein zweites Beispiel einer Treiberschaltung für den erfindungsgemäßen Sender. Die Komponenten 17, 18, 19, T9, T10, R1, R2, R9, R10
30 sind in Anordnung und Funktion mit denen aus Fig. 4 identisch und werden nicht erneut beschrieben. Daten- und Taktausgänge Q, \bar{Q} , C, \bar{C} des D-Flipflops 18 sind mit einem Netzwerk aus vier Paaren von Transistoren T1 bis T8 verbunden. Die Emitter jedes

Paars T1, T2; T3, T4; T5, T7 bzw. T6, T8 sind miteinander direkt verbunden. Die Basen der Transistoren T1, T2 des ersten Paares sind mit dem Taktsignal C bzw. \bar{C} verbunden. Entsprechend sind die Basen der Transistoren T3, T4; T5, T7 und T8, T6 des zweiten, dritten bzw. vierten Paares an den Ausgang Q bzw. \bar{Q} des Flipflops 18 angeschlossen. Die Kollektoren der Transistoren T4, T5, T6 sind mit einem ersten der Leiter 14, die den Ausgang der Treiberschaltung bilden, und über einen Widerstand R1 mit Masse verbunden, entsprechend sind die Kollektoren der Transistoren T3, T8, T7 mit dem zweiten Leiter 14 und über einen Widerstand R2 mit Masse verbunden. Die Emitter des Paares T6, T8 sind an den Kollektor von T2, die des Paares T5, T7 an den Kollektor von T1 und die des Paares T3, T4 über den Transistor T10 und den Widerstand R10 an die Versorgungsspannung angeschlossen. Die Emitter des ersten Paares T1, T2 sind den Transistor T9 und den Widerstand R9 mit der Versorgungsspannung verbunden. Im Sendebetrieb sind die Transistoren T9, T10 beide offen.

Im ersten der vier Eingangszustände $Q=C=0$; $Q=0$, $C=1$; $Q=1$, $C=0$ und $Q=C=1$ des Schalternetzwerks sind die Transistoren T1, T3, T5, T8 offen, und beide Leiter 14a, 14b sind über diese Transistoren, T9, T10, R9 und R10 mit der Versorgungsspannung verbunden, so dass ein Null-Ausgangssignal erzeugt wird. Im Zustand $Q=0$, $C=1$ sind die Transistoren T2, T3, T5, T8 offen, so dass der Leiter 14a auf Versorgungsspannung liegt. Gleichzeitig sperren die Transistoren T1, T4, T6, T7, so dass der Leiter 14b über R2 auf Masse liegt. Im Zustand $Q=1$, $C=0$ sind

- T1, T4, T6, T7 offen, so dass beide Leiter 14a, 14b auf der Versorgungsspannung liegen und wiederum ein Null-Ausgangssignal erzeugt wird. Im Zustand $Q=C=1$ sind die Transistoren T2, T4, T6, T7 offen, so dass
- 5 der Leiter 14b auf der Versorgungsspannung und der Leiter 14a auf Masse liegt. Das Verhalten der Treiberschaltung aus Fig. 5 unterscheidet sich somit nicht von dem der Schaltung aus Fig. 4.
- 10 In einem Empfänger, wie schematisch in Fig. 6 gezeigt, wird das Nachrichtensignal DATA aus dem Sendersignal X zurückgewonnen. Dazu wird Letzteres an einem Richtkoppler 20 auf zwei Fasern 21a, 21b aufgeteilt, wobei das Signal in der Faser 21b gegen-
- 15 über der Faser 21a um eine Bitperiode verzögert wird. In einem zweiten Richtkoppler 22 werden die unterschiedlich verzögerten Signale wieder zusammengeführt. Je nachdem, ob die Phasen von zwei aufeinanderfolgenden Impulsen des empfangenen Signals
- 20 X gleich oder entgegengesetzt sind, tritt an einer dem zweiten Richtkoppler 22 nachgeschalteten Photodetektor 23 konstruktive oder destruktive Interferenz auf. Der Photodetektor 23 liefert ein gepulstes Ausgangssignal, dessen Pegel denen des Signals
- 25 DATA gleichen.

G. 81683

Patentansprüche

5

1. Sender für ein optisches RZ-DPSK-Nachrichtensignal, mit einer Quelle (1) für einen optischen Träger, einem elektrooptischen Modulator (4), der wenigstens ein Element (11, 12) mit
10 durch ein elektrisches Treibersignal (T) veränderbarer optischer Weglänge umfasst, zum Intensitätsmodulieren des optischen Trägers anhand des Treibersignals (T), und einer Treiberschaltung (6) zum Erzeugen des Treibersignals aus einem elektrischen Nachrichtensignal
15 (DATA), dadurch gekennzeichnet, dass das Treibersignal (T) ein impulsartiges Signal ist, das zwei Typen von jeweils durch einen neutralen Signalzustand voneinander zeitlich
20 beabstandeten Impulsen aufweist, wobei bei Anliegen des neutralen Zustands des Treibersignals die Transmission des Modulators (4) Null wird und die zwei Typen der Impulse jeweils eine von Null verschiedene Transmission und
25 eine jeweils für einen Typ der Impulse spezifische Phasenverschiebung des Modulators (4) bewirken.
2. Sender nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die spezifischen Phasenverschiebungen sich um π unterscheiden.
3. Sender nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrooptische Modulator

- 5 (4) ein Interferometer ist, bei dem die optische Weglänge wenigstens eines Arms (7, 8) des Interferometers durch das Treibersignal (T) steuerbar ist und der neutrale Signalpegel einer Weglängendifferenz von einer halben Wellenlänge des Trägers zwischen den Armen (7, 8) entspricht.
- 10 4. Sender nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er zwei Leiter (14a, 14b) zum Übertragen des Treibersignals (T) aufweist, wobei die Impulse des ersten Typs auf einem ersten (14a) und die Impulse des zweiten Typs auf dem zweiten Leiter
- 15 (14b) übertragen werden.
- 20 5. Sender nach Anspruch 3 und Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei Arme (7, 8) jeweils ein Element (11, 12) mit steuerbarer optischer Weglänge aufweisen, von denen das eine mit dem ersten und das andere mit dem zweiten Leiter verbunden ist.
- 25 6. Sender nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung (6) eine Differenzschaltung (17, 18) zum Bilden eines für die Differenz zwischen aufeinanderfolgenden Bits des elektrischen Nachrichtensignals (DATA) repräsentativen Signals, als vorcodiertes Signal (D) bezeichnet, umfasst und dass das Treibersignal von dem
- 30 vorcodierten Signal (D) abgeleitet ist.

7. Sender nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzschaltung (17, 18) ein XOR-Gatter (17) und ein Flipflop (18) umfasst.
- 5 8. Sender nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung (6) vier Paare von Schaltern (T1, T2, ..., T8) mit jeweils einem ersten und einem zweiten Hauptanschluss und einem Steueranschluss umfasst, wobei bei jedem Paar die ersten Hauptanschlüsse der Schalter miteinander verbunden sind und die Steueranschlüsse der Schalter mit jeweils inversen Eingangssignalen (C, \bar{C} , Q, \bar{Q}) beschaltet sind.
- 10
- 15 9. Sender nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem ersten und einem zweiten der Paare (T5, T7; T6, T8) die zweiten Hauptanschlüsse mit zwei Ausgängen (14) der Treiberschaltung (6) verbunden sind und bei einem
- 20 dritten und einem vierten der Paare (T1, T2; T3, T4) jeweils einer der zweiten Hauptanschlüsse mit einem der zwei Ausgänge (14) und der andere zweite Hauptanschluss mit den ersten Hauptanschlüssen des ersten bzw. zweiten
- 25 Paars (T5, T7; T6, T8) verbunden ist.
10. Sender nach Anspruch 6 und Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangssignal des ersten und des zweiten Schalterpaars (T5, T7; T6, T8) ein Taktsignal (C, \bar{C}) ist, und dass das Eingangssignal des dritten und vierten Schalterpaars (T1, T2; T3, T4) das vorcodierte Signal (D) ist.
- 30

11. Sender nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem ersten, zweiten und dritten der Paare (T5, T7; T6, T8; T3, T4) die
5 zweiten Hauptanschlüsse mit zwei Ausgängen (14) der Treiberschaltung (6) verbunden sind und bei einem vierten der Paare (T1, T2) der gemeinsame erste Hauptanschluss mit einer Versorgungsspannung und die zweiten Hauptanschlüsse mit jeweils einem der gemeinsamen
10 ersten Hauptanschlüsse des ersten bzw. zweiten Paares (T5, T7; T6, T8) verbunden ist.
12. Sender nach Anspruch 6 und Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangssignal des ersten, zweiten und dritten Schalterpaares
15 (T5, T7; T6, T8; T3, T4) das vorcodierte Signal (D) ist, und dass das Eingangssignal des vierten Schalterpaares (T1, T2) ein Taktsignal (C, \bar{C}) ist.
20
13. Sender nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Stelleinrichtung (19) zum Variieren des Verhältnisses der
25 Dauer der Impulse zur Dauer des neutralen Zustandes.
14. Sender nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Stelleinrichtung eine in einer
30 Taktleitung der Treiberschaltung (6) angeordnete monostabile Kippstufe (19) ist.

G. 81683

Zusammenfassung

5

Ein Sender für ein optisches RZ-DPSK-Nachrichtensignal umfasst eine Quelle (1) für einen optischen Träger, einen elektrooptischen Modulator (4), der wenigstens ein Element (11, 12) mit durch ein elektrisches Treibersignal (T) veränderbarer optischer Weglänge umfasst, zum Intensitätsmodulieren des optischen Trägers anhand des Treibersignals (T), und eine Treiberschaltung (6) zum Erzeugen des Treibersignals aus einem elektrischen Nachrichtensignal (DATA). Das Treibersignal (T) ist ein impulsartiges Signal, das zwei Typen von jeweils durch einen neutralen Signalzustand voneinander zeitlich beabstandeten Impulsen aufweist, wobei bei Anliegen des neutralen Zustands des Treibersignals am Modulator (4) die Transmission des Modulators (4) zu Null wird und die zwei Typen der Impulse jeweils eine von Null verschiedene Transmission und eine jeweils für einen Typ der Impulse spezifische Phasenverschiebung des Modulators (4) bewirken.

25

(Figur 2)

Fig. 1A

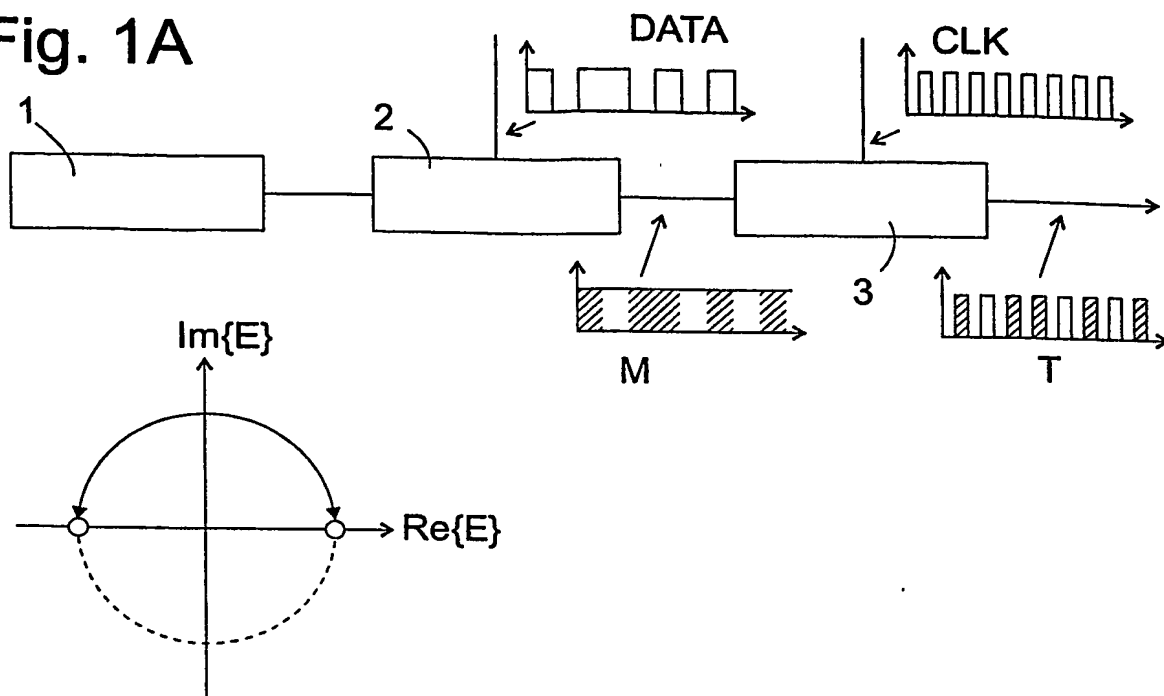
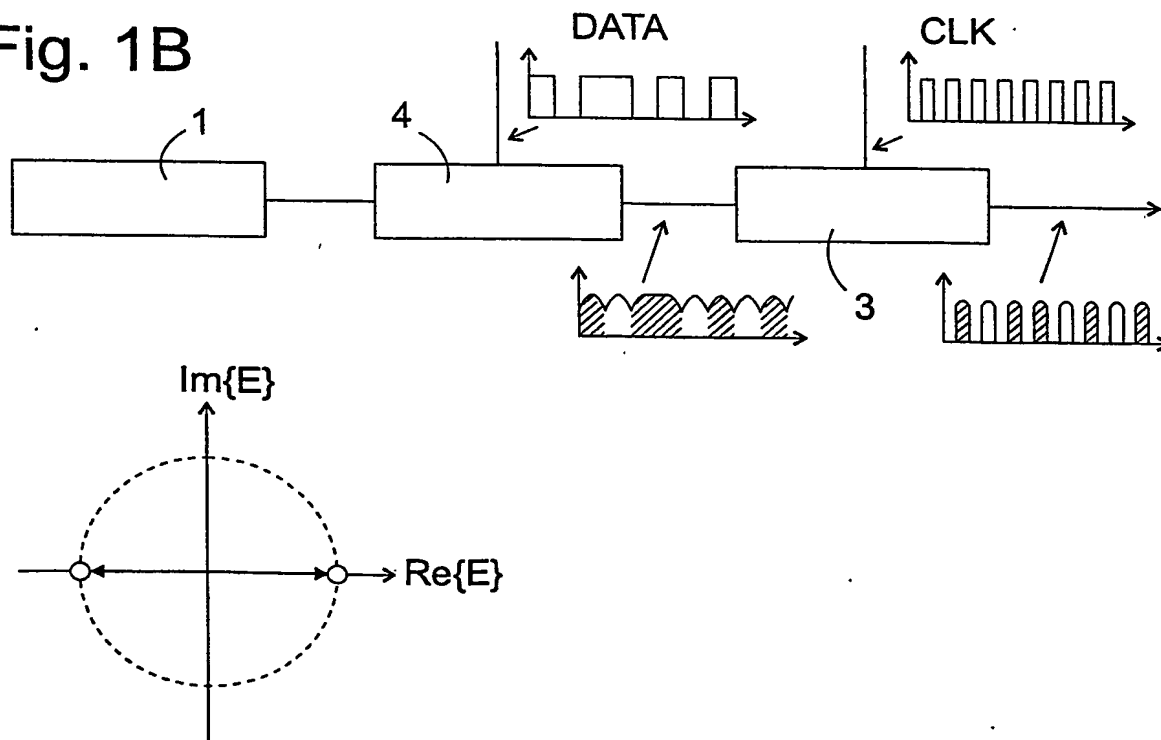


Fig. 1B



2/3

Fig. 2

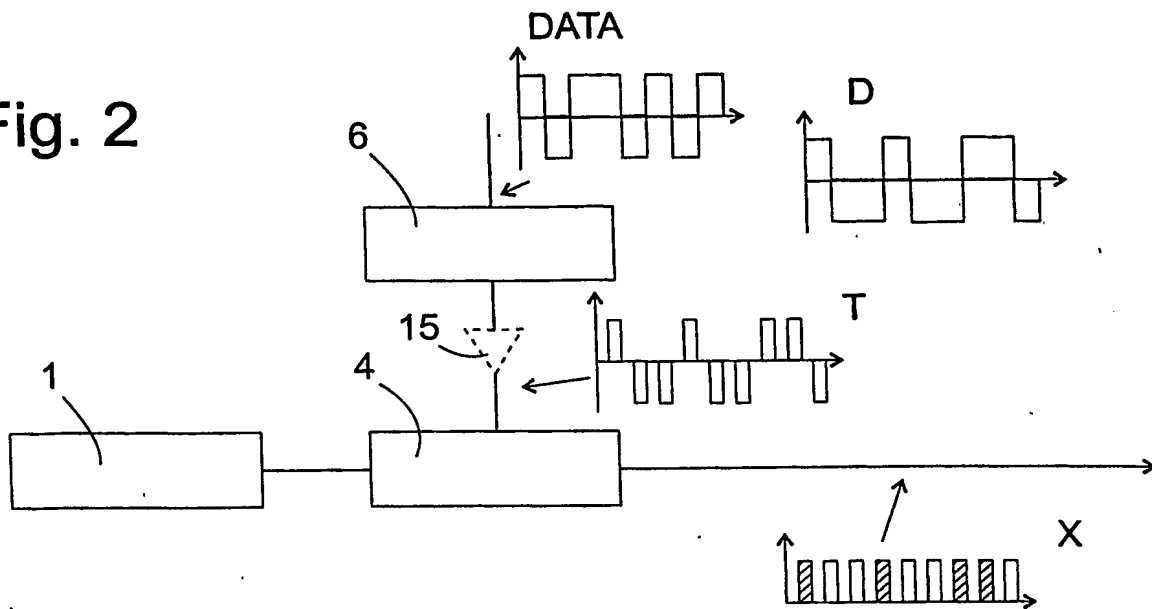


Fig. 3

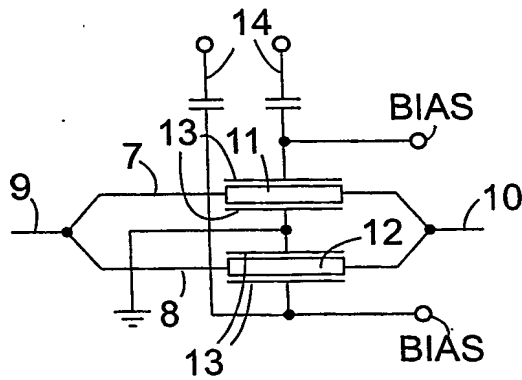


Fig. 4

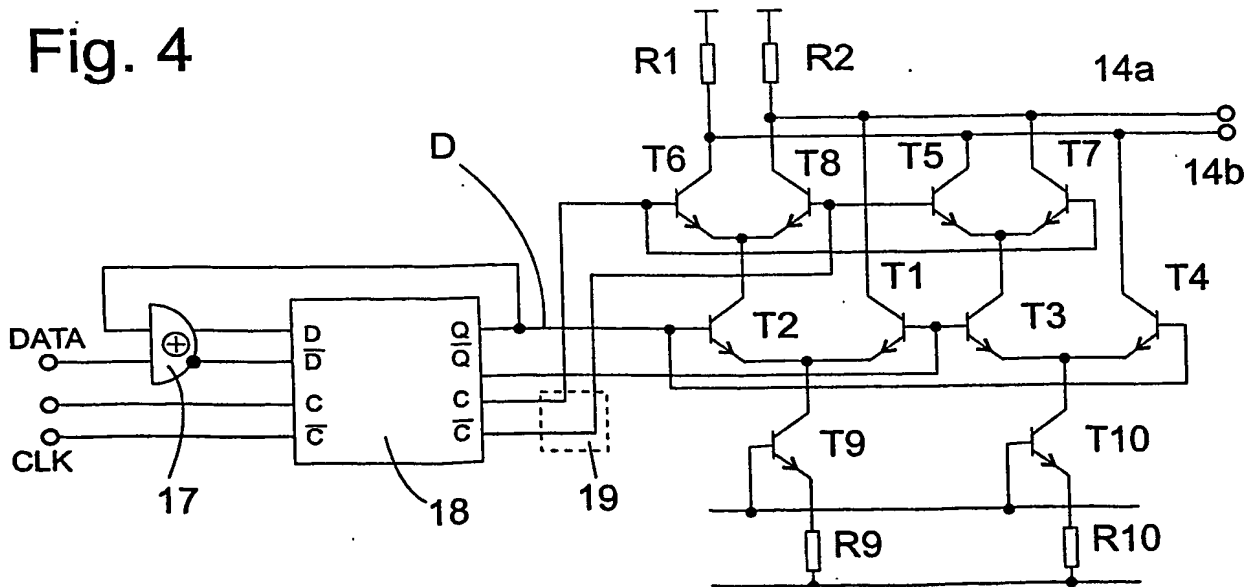


Fig. 5

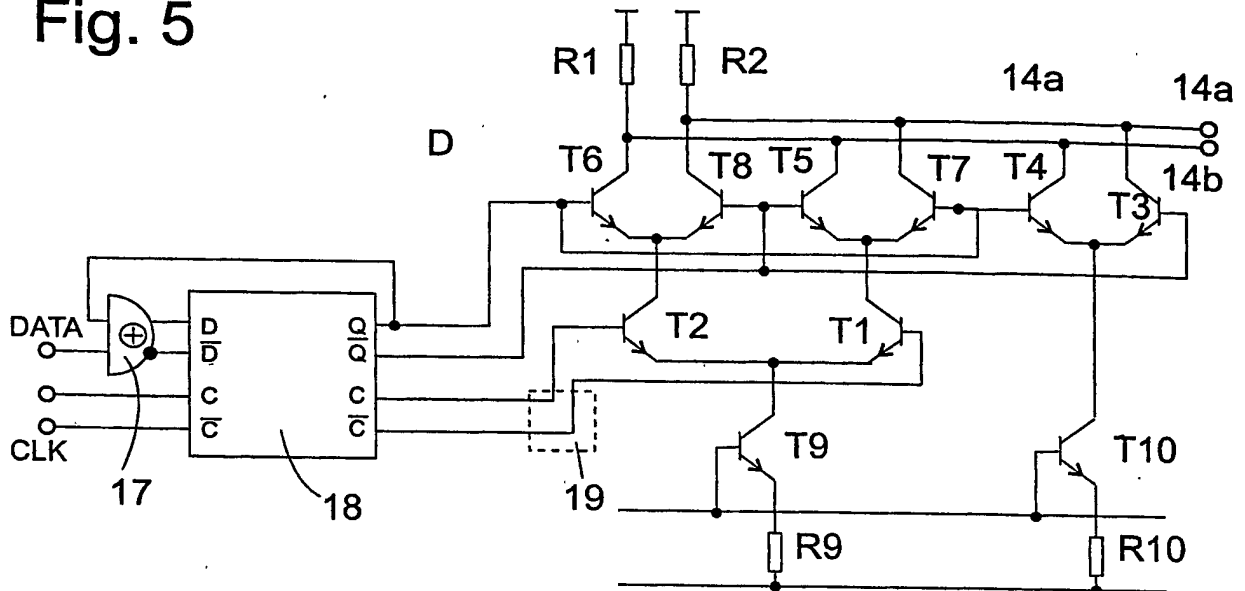


Fig. 6

